

4次元ランジュバン模型を用いた核分裂片形状とそれに基づく核分裂機構の研究

Study of fission fragment shape and fission mechanism using 4D Langevin model

*張旋¹, 石塚知香子¹, 稲倉恒法¹, Fedir A. Ivanyuk², 千葉敏¹

¹東工大 先導原研, ²キエフ原子核研究所

今までの研究では我々が開発した4次元ランジュバン模型により、個々の核分裂片の形状を表す四重極モーメント Q_{20} 及び八重極モーメント Q_{30} の計算を可能にし、ウラン領域核では Q_{20} の核分裂片質量数依存性は即発中性子の鋸歯構造と非常に似た構造を示すことが分かった。核分裂片の四重極モーメント Q_{20} の質量数依存性が鋸歯構造、つまり重い分裂片側の Q_{20} が小さくなる要因は、ウラン領域においては二重魔法数を持つ安定核 ^{132}Sn で、超重核においては同じく二重魔法数を持つ ^{208}Pb であることを本研究で明らかにした。

キーワード: 核データ, 核分裂, ランジュバン模型, 核分裂片

1. 緒言

ウラン領域から超重核領域にかけて、核分裂は非対称分裂であり、核分裂片の質量分布は二山分布または四山分布になることが多いことは知られている。また、先行研究において核分裂片の四重極モーメント Q_{20} の質量数依存性は鋸歯構造を示し、重い分裂片側の Q_{20} が小さくなることが分かった。本研究では、4次元ランジュバン^[1]を用いて得られた核分裂のデータ及び形状データを元に、核分裂機構の解明を試みる。

2. 計算方法

4次元ランジュバン理論を用いて核分裂計算を行った。計算では二中心模型により表現した原子核形状に対して、巨視的・微視的手法により自由エネルギーを計算し、殻補正の温度依存性を考慮した^[2]。輸送係数は巨視的な流体模型により計算した。断裂直後の二つの分裂片のシャープカットな形状を直接用いてそれぞれの四重極モーメント Q_{20} と八重極モーメント Q_{30} を計算した。得られた核分裂のデータ及び分裂片の形状を比較して、その関係性を探した。

3. 結果

ウラン領域において、核分裂片の質量分布は二山分布になり、重い分裂片側のピーク質量数の Q_{20} はほぼゼロになることが確認できた。この質量数は二重魔法数を持つ安定核である ^{132}Sn と一致し、右図に示したように殻補正エネルギーの低い場所(^{132}Sn 近辺)にピークが存在することが読み取れる。これらのことから、 ^{132}Sn が分裂片の質量分布を左右したことが分かった。また、更に超重核領域において ^{132}Sn より同じく二重魔法数を持つ ^{208}Pb が決定的な影響を与えるようになり、四山分布に繋がることが分かった。

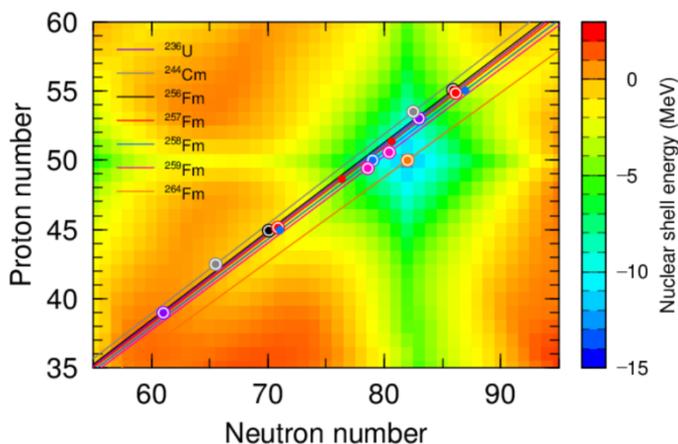


図1 核分裂片のピーク質量数と殻補正エネルギー^[3]の比較

○はメインピーク, ●はサブピークの質量数を表す

参考文献

- [1] Chikako Ishizuka et al. Physical Review C **96**, 064616 (2017)
 [2] F.A.Ivanyuk et al, Phys. Rev. C **97**, 054331 (2018)
 [3] H. Koura, T. Tachibana, M. Uno and M. Yamada, Prog. Theor. Phys. **113** (2005) 305.

*Xuan Zhang¹, Chikako Ishizuka¹, Tsunenori Inakura¹, Fedir Ivanyuk², Satoshi Chiba¹

¹LANE, Tokyo Tech, ²Kiev Institute for Nuclear Research